

⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3403715 A1

⑥ Int. Cl. 4  
H04J 13/00  
H 04 J 3/00  
H 04 B 7/26

⑳ Aktenzeichen: P 34 03 715.2  
㉑ Anmeldetag: 3. 2. 84  
㉒ Offenlegungstag: 8. 8. 85

DE 3403715 A1

㉑ Anmelder:  
Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, 6000 Frankfurt,  
DE

㉒ Erfinder:  
Kuchenbecker, Hans-Peter, Dr.-Ing., 7910 Neu-Ulm,  
DE; Schaller, Wolfgang, Dr.-Ing., 7900 Ulm, DE

㉓ Digitales Zellenfunksystem mit Zeitmultiplex

Digitales Zellenfunksystem mit ortsfesten Sende/Empfangsstationen und mit beweglichen Sende/Empfangsstationen, die über Funkzeitmultiplex mit Vielfachzugriff mit den ortsfesten Stationen digitale, jeweils durch eine Synchronisationspräambel eingeleitete Nachrichten, die mit einem Satz von orthogonalen Zeichencodes gespreizt sind, austauschen können, wobei mehrere ortsfeste Stationen von einer Leitstelle gesteuert werden, von denen wiederum mehrere mit einer Überleiteinrichtung zu einem Fernsprechnetz verbunden sind. Die Synchronisationspräambel ist verlängert. In den Empfangsstationen wird in jedem empfangenen Zeitschlitz die gesamte Kanalstoßantwort nach Betrag und Phase durch Korrelation der einlaufenden mit der gespeicherten Synchronisationspräambel ermittelt und gespeichert. Die empfangenen Nachrichtensignale werden mit der so ermittelten und gespeicherten Kanalstoßantwort korreliert.

*Nm 00418*

DE 3403715 A1

03.02.84

3403715

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH  
Theodor-Stern-Kai 1  
D-6000 Frankfurt 70

PTL-UL/B1/hä  
UL 84/6

#### Patentansprüche

- (1. Digitales Zellenfunksystem mit ortsfesten Sende/Empfangestationen und mit beweglichen Sende/Empfangsstationen, die über Funk im Zeitmultiplex mit Vielfachzugriff mit den ortsfesten Stationen digitale, jeweils durch eine Synchronisationspräambel eingeleitete Nachrichten, die mit einem Satz von orthogonalen Zeichencodes gespreizt sind, austauschen können, wobei mehrere ortsfeste Stationen von einer Leitstelle gesteuert werden, von denen wiederum mehrere mit einer Überleiteinrichtung zu einem Fernsprechnetz verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Synchronisationspräambel verlängert ist, daß in den Empfangsstationen in jedem empfangenen Zeitschlitz die gesamte Kanalstoßantwort nach Betrag und Phase durch Korrelation der einlaufenden mit der gespeicherten Synchronisationspräambel ermittelt und gespeichert wird, und daß die empfangenen Nachrichtensignale mit der so ermittelten und gespeicherten Kanalstoßantwort korreliert werden

2. Digitales Zellenfunksystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrelation mit der Kanalstoßantwort vor der Korrelation mit den orthogonalen Zeichencodes erfolgt.

05 3. Digitales Zellenfunksystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß benachbarte Zellen unterschiedliche Synchronisationspräambeln aussenden.

10 4. Digitales Zellenfunksystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß benachbarte Zellen unterschiedliche Sätze von orthogonalen Zeichencodes verwenden.

15 5. Digitales Zellenfunksystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in den Empfangsstationen die Kanalstoßantwort für alle empfangenen Zellen, die gleiche Zeitschlitz benutzen, ermittelt wird, und daß in der Kanalstoßantwort des Nutzkanals alle Stellen, wo die Summe von Störern besonders groß ist, entsprechend abgesenkt werden.

...

- 3 -

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH  
Theodor-Stern-Kai 1  
D-6000 Frankfurt 70

PTL-UL/B1/hä  
UL 84/6

### Digitales Zellenfunksystem mit Zeitmultiplex

Die Erfindung betrifft ein digitales Zellenfunksystem nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, wie es aus der DE-OS 31 18 018 und der DE-OS 31 39 408 bekannt ist.

- 05 Zellenfunksysteme, z. B. für den öffentlichen beweglichen  
Landfunk, benötigen für die Funkübertragung zwischen den  
mobilen Teilnehmern und den Feststationen je nach Ver-  
kehrsaufkommen eine größere Zahl von Kanälen pro Fest-  
station. Bei den herkömmlichen realisierten Verfahren sind  
dies Frequenzkanäle (FDMA). In der DE-OS 31 18 018 ist ein  
10 Zeitmultiplexverfahren (TDMA) vorgeschlagen, so daß an die  
Stelle der Frequenzkanäle Zeitkanäle (Zeitschlitz) zur  
Übertragung der verschiedenen gleichzeitigen Gespräche  
treten. Die Übertragung im Zeitschlitz erfolgt digital mit  
einem orthogonalen Zeichensatz  $\{c_i(t)\}$ . Damit ist eine  
15 Spektrumverbreiterung verbunden (Spreizung). Diese er-  
möglicht es, mit Hilfe von Empfangskorrelatoren für die

...

einzelnen Zeichen des Zeichensatzes eine zeitliche Auflösung der einzelnen Wellen im Mehrwegeempfangsfeld zu erreichen und dadurch die Intersymbolinterferenz trotz hoher Übertragungsrate zu vermeiden. Weitere Einzelheiten können der zitierten Offenlegungsschrift entnommen werden.

Wegen der Spreizung zur Auflösung des Mehrwegeinterferenzfeldes benötigt das TDMA-Verfahren mehr Bandbreite pro Kanal als vergleichbare FDMA-Verfahren. Dieser Nachteil läßt sich ausgleichen durch Verkleinerung des örtlichen Frequenzwiederholabstandes. An die Stelle des üblichen 7-er Schemas der Zellen-Clusterung wird ein 1-er oder 3-er Schema gesetzt. Die verminderte örtliche Entkopplung der Funkzellen mit gleichen Kanälen muß dann durch eine erhöhte Gleichkanalunterdrückung des Modulationsverfahrens ausgeglichen werden. Diese Forderung kann in gewissen Grenzen als Nebeneffekt der Spektrumsspreizung realisiert werden.

Gemäß dem Stand der Technik werden fremde Gleichkanalsignale in den Empfangsstationen dadurch mehr oder weniger unterdrückt, daß die Empfangszeitpunkte der einzeln aufgelösten Pfade des Nutzsignals (Mehrwegeprofil bzw. Kanalstoßantwort) mit denen des nichtsynchronisierten Fremdsignals in der Regel nicht oder nicht vollständig übereinstimmen. Nach der DE-OS 31 39 408 werden die Beträge der herausragenden Maxima des Mehrwegeprofils hinter den Empfangskorrelatoren für die einzelnen Zeichen integriert. Es wurde auch vorgeschlagen, die Integration kohärent vorzunehmen. Im Interesse einer hohen Frequenzökonomie ist anzustreben, daß die Gleichkanalunterdrückung möglichst groß ist.

...

Aufgabe der Erfindung ist es, ein digitales Zellenfunksystem der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, daß mit geringem Aufwand eine erhöhte Gleichkanalunterdrückung erfolgt.

- 05 Die Erfindung ist im Patentanspruch 1 gekennzeichnet. Die weiteren Ansprüche beinhalten vorteilhafte Weiterbildungen bzw. Ausführungen der Erfindung.

Die Erfindung wird im folgenden näher erläutert.

- 10 Um die gesamte empfangene Signalenergie zusammenzufassen, ist es besser, statt der Integration der Maxima eine Korrelation mit der Kanalstoßantwort vorzunehmen, wie es die Erfindung vorsieht. Dabei werden sämtliche aufgelösten Zellen der dispergierten Kanalstoßantwort  $h(t)$  nach Betrag (Gewichtung) und Phase (Kohärenz der Integration) für das  
15 Signal verwendet.

- Jede in einem Zeitschlitz übertragene digitale Nachricht ist durch eine Synchronisationspräambel mit guten Autokorrelationseigenschaften eingeleitet. Diese Präambel ist auch in den Empfangsstationen gespeichert. Die Kanalstoßantwort  $h(t)$  wird durch Korrelation der einlaufenden mit der gespeicherten Synchronisationspräambel ermittelt und gespeichert. Um dies auch bei Gleichkanalstörungen hinreichend genau ausführen zu können, muß die Präambel verlängert werden, z. B. auf 256 Chip. (1 Chip = 1 Bit des  
20 gespreizten Signals). Sämtliche Korrelationsvorgänge werden in einem digitalen Signalprozessor durchgeführt. Die ermittelte Kanalstoßantwort liegt also mit der gleichen Abtastrate vor, wie das Signal.

- Das erfindungsgemäße Zellenfunksystem arbeitet vorzugsweise mit Restfaltenbandmodulation und Quadraturempfangen.  
10

Daher ist auch die ermittelte Kanalstoßantwort komplex. Sie enthält den Einfluß des Funkkanals einschließlich der Wirkung der Sende- und Empfangsfilter und der Auswirkung der Restseitenbandmodulation.

- 05 Erfindungsgemäß wird nun das empfangene Signal  $s(t)$  mit der ermittelten und gespeicherten Kanalstoßantwort  $h(t)$  korreliert, wodurch die vorgenannten Einflüsse in weitem Umfang unterdrückt werden. Um Operationen im digitalen Signalprozessor zu sparen, erfolgt diese Korrelation

10 
$$\tilde{s}(t) = s(t) \hat{*} h(t)$$

- vor der Korrelation mit dem Zeichensatz  $\{c_i(t)\}$ . Sie braucht dann nur einmal durchgeführt zu werden. Die Hauptersparnis ergibt sich daraus, daß dann die Korrelationsfunktion  $Z_i$  pro Zeichencode  $c_i$  nur für einen Zeitpunkt berechnet werden muß:

15 
$$Z_i = \left[ \tilde{s}(t) \hat{*} c_i(t) \right]_{t=t_0}.$$

(Als gesendet wird dasjenige Zeichen geschützt, dessen Referenzcode  $c_i$  den maximalen Korrelationswert  $Z_{\text{Max}}$  ergibt).

- 20 Zur weiteren Entkopplung verwenden in Weiterbildung der Erfindung benachbarte Zellen unterschiedliche Synchroncodes (Präambeln). Empfangsstationen haben alle diese Codes gespeichert. Bei der ersten Kontaktaufnahme zwischen mobilen und ortsfesten Stationen müssen sämtliche
- 25 Synchroncodes durchprobiert werden. Um dies zu vermeiden, kann aber auch in Organisationszeitschlitzten ein gemeinsamer Synchroncode beibehalten werden, wobei dann benachbarte Zellen zeitlich entkoppelt werden müssen.

- 30 Die Korrelation mit der Kanalstoßantwort entspricht dem matched filter Konzept. Dies ergibt den optimalen ...

Empfänger, wenn die Störung weißes Gaußsches Rauschen ist. Da die Störung durch benachbarte Zellen, in denen die gleichen Zeitschlitzte verwendet werden, nicht von vornherein diese Voraussetzung erfüllt, ist es zweckmäßig  
05 sie anzunähern durch Verwendung unterschiedlicher Zeichencodesätze in benachbarten Zellen, wie in der DE-OS 31 10 018 bereits vorgeschlagen. Im Idealfall tritt dann die Störung nach der Zeichenkorrelation wie Rauschen auf und wird mit dem vollen Prozeßgewinn des Korrelators  
10 unterdrückt. In der Realität lassen sich allerdings keine vollständig entkoppelten (nicht korrelierende) Sätze von Codes finden, so daß die Störung etwas größer ist.

Durch die Verwendung dieses Codemultiplexes wird die näherungsweise Orthogonalisierung von Nutzsignal und  
15 Störsignal, die ja teilweise schon durch die unterschiedlichen Kanalstrukturen erzeugt wird, verbessert. Bei stark dispersiven Kanälen (Kontinuum sehr vieler Pfade) ist die Maßnahme nicht nötig.

Eine weitere Verbesserungsmaßnahme, die aber wegen ihres höheren Rechenaufwandes im Signalprozessor <sup>10</sup> nur als Rückfallebene anzusehen ist, besteht in der Verwendung der  
20 Kanalstoßantworten sowohl des Nutzsignalkanals, als auch der störenden Kanäle. Bei Verwendung unterschiedlicher Präambeln in benachbarten Zellen kann die Kanalstoßantwort  
25 für alle umgebenden Zellen, die gleiche Kanäle (Zeitschlitzte) benutzen, vom Empfänger ermittelt werden. Es ist dem Empfänger daher möglich, die optimale Übertragungsfunktion für ein bekanntes Nutzsignal (Zeichensatz) in Gegenwart von Störungen mit bekannter Struktur zu er-  
30 mitteln. Im Anwendungsfall wird mit einer Kanalstoßantwort korreliert, die aus der des Nutzkanals hervorgeht, indem alle Stellen, wo die Summe der Störer besonders stark ist, entsprechend abgesenkt werden.